



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2001年 5月30日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2001-162041

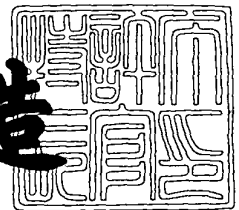
出 願 人  
Applicant(s):

株式会社東芝  
株式会社荏原製作所

2001年 8月10日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3070913

【書類名】 特許願

【整理番号】 010727

【提出日】 平成13年 5月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番 株式会社東芝 横  
    浜事業所内

    【氏名】 長浜 一郎太

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番 株式会社東芝 横  
    浜事業所内

    【氏名】 山崎 裕一郎

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 荏原マイスター株式  
    会社内

    【氏名】 中筋 護

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所  
    内

    【氏名】 野路 伸治

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所  
    内

    【氏名】 佐竹 徹

【特許出願人】

    【識別番号】 000003078

    【氏名又は名称】 株式会社東芝

【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所

【代理人】

【識別番号】 100089705

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 2 番 1 号 新大手町ビル 2  
0 6 区 ユアサハラ法律特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 社本 一夫

【電話番号】 03-3270-6641

【選任した代理人】

【識別番号】 100080137

【弁理士】

【氏名又は名称】 千葉 昭男

【選任した代理人】

【識別番号】 100083895

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 茂

【選任した代理人】

【識別番号】 100093713

【弁理士】

【氏名又は名称】 神田 藤博

【選任した代理人】

【識別番号】 100093805

【弁理士】

【氏名又は名称】 内田 博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106208

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮前 徹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 051806

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010958

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子線装置および電子線装置を用いたデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の一次電子線を形成して試料面上に集束させ、該集束された一次電子線で試料面上を走査するようになされた一次光学系と、

走査位置から放出される二次電子を加速し且つ集束して形成される二次電子線を受光面に投影するようになされた二次光学系と、

前記受光面へ入射する前記二次電子線を増倍し、光信号に変換し、CCDまたはTDIで画像形成を行うようになされた光光学系と、を備える電子線装置であって、

前記集束された複数の一次電子線が、互いに離れて配置されており、且つ、走査方向に直交する軸上に投影したときに互いに隣接する一次電子線間の距離が等間隔となるようになされている、電子線装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の電子線装置において、前記一次電子線の各々が CCD または TDI の 2 画素以上の寸法を有している、電子線装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の電子線装置において、前記複数の一次電子線を発生させるための電子銃であって、空間電荷制限条件で作動可能な電子銃を備える、電子線装置。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の電子線装置において、前記試料を載せた台を走査方向に直交する方向に連続移動させながら走査を行うことにより画像を形成すべく、前記台を駆動する駆動装置を含む、電子線装置。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の電子線装置を用いて、各ウェーハプロセスの終了時に少なくとも 1 回、ウェーハの評価を行うことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、最小線幅が  $0.1\mu\text{m}$  以下のパターンを有するウェーハあるいはマスクを高スループット・高信頼線で評価する電子線装置に関し、さらに該電子線

装置を用いて、各ウェーハプロセスの終了後にウェーハの評価を行うことによって歩留まり向上を目指すデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

一次電子線で試料ウェーハ上を走査し、走査位置から放出される二次電子を加速・集束して形成される二次電子線を光信号に変換し、CCDまたはTDI検出器を用いて画像形成を行う電子線装置は公知である。

【0003】

検査感度を向上させる方法の一つとして、 $S/N$ 比を改善することが挙げられる。 $S/N$ 比は、一次電子線の電流量を大きくすることにより、改善することができる。しかしながら、一次電子線の電流量を大きくすると、絶縁物である試料の照射面が帯電し、試料の正しい画像が得られない。この問題を解消するには、一次電子線の電流量を小さく抑え、そのかわり、走査速度を遅くして1画素中の電子線滞在時間を長くするか、同一画素を繰り返して走査することが必要となる。このことは、検査時間の増大という新たな問題を生じさせる。

【0004】

この問題を解決しようという試みの方法が特開平7249393号公報に開示されている。この方法では、走査方向に対して直交する方向に細長い矩形ビームすなわち面ビームを利用している。この面ビームは、複数の円形ビームを一行に密接して並べたものと考えることができる。この方法は、従来の単一の円形ビームを用いた場合と比較すると、解像度を維持しながら、1回の走査で検査できる領域を増大させることにより検査時間を短縮できる点で評価できる。

【0005】

しかしながら、このように連続した細長い面ビームによって照射される試料は、単一の円形ビームにより照射された場合よりも帯電しやすい。したがって、単位面積当たりの電流量すなわち電流密度も単一円形ビームの場合より小さく制限されることになろう。これは $S/N$ 比の低下につながる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

そこで本発明が解決しようとする課題は、試料に帯電を生じさせない一次電子線の電流密度限界値を、単一の円形ビームを使用した場合と同等に維持することによりS/N比の低下を防止しつつ、高スループットで画像形成することにより検査時間を短縮できるような電子線装置を提供することにある。

【0007】

また本発明は、かかる電子線装置を用いたデバイス製造方法を提供することも目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するため、本発明によれば、複数の一次電子線を形成して試料面上に集束させ、該集束された一次電子線で試料面上を走査するようになされた一次光学系と、走査位置から放出される二次電子を加速し且つ集束して形成される二次電子線を受光面に投影するようになされた二次光学系と、前記受光面へ入射する前記二次電子線を増倍し、光信号に変換し、CCDまたはTDIで画像形成を行うようになされた光光学系と、を備える電子線装置であって、前記集束された複数の一次電子線が、互いに離れて配置されており、且つ、走査方向に直交する軸上に投影したときに互いに隣接する一次電子線間の距離が等間隔となるようになされている、電子線装置が提供される。

【0009】

前記一次電子線の各々は、CCDまたはTDIの2画素以上の寸法を有するものとしてすることができる。

前記複数の一次電子線を発生させるための電子銃であって、空間電荷制限条件で作動可能な電子銃を備えるようにしてもよい。

【0010】

前記試料を載せた台を走査方向に直交する方向に連続移動させながら走査を行うことにより画像を形成すべく、前記台を駆動する駆動装置を含むことができる。

【0011】

また本発明によれば、上述したいずれかの電子線装置を用いて、各ウェーハプ

プロセスの終了時に少なくとも1回、ウェーハの評価を行うことを特徴とするデバイス製造方法も提供される。

#### 【0012】

##### 【発明の実施の形態】

図1は、本発明の一つの実施形態による電子線装置の概略図である。一方、図2は、複数の一次電子線で試料を走査する態様を示す概略平面図である。空間電荷制限条件で作動可能な電子銃1は、図2に符号2で示すようなマルチビームを形成する。マルチビーム2は、円周上に配置された8個の円形ビームである一次電子線16から構成される。

#### 【0013】

電子銃1で発生した複数の一次電子線16は、レンズ3および4を用いて集束され、電極6および磁石7からなるE×B分離器5によって試料10に対して直角に入射するようになされている。これらの要素1、3、4、5とレンズ8および対物レンズ9とを含む一次光学系によって試料10上に集束された複数の一次電子線16からなるマルチビーム2は、レンズ4の下流側に設けた2段偏向器（図示せず。一次光学系に含まれる。）により試料10上の走査に用いられる。

#### 【0014】

試料10の走査は、対物レンズ9の主面を偏向中心として、x軸方向に行われる。図2に示すように、マルチビーム2のそれぞれの一次電子線16は、円周上に互いに離れて配置されており、走査方向であるx方向に直交するy軸上に投影したとき、互いに隣接する一次電子線16間の距離（各一次電子線の中心で計測する。）が等間隔になるように設計されている。このとき、互いに隣接する一次電子線16どうしは、離れていても、接していても、一部が重なり合っていてもよい。

#### 【0015】

図2に示すように、マルチビーム2を構成するそれぞれの一次電子線16が、互いに離れて配置されていることにより、個々の一次電子線16の電流密度限界値すなわち試料10に帯電を生じさせない限界の電流密度値は、単一の円形ビームを使用した場合と同等に維持することができ、それにより、S/N比の低下を



防止することができる。また、各一次電子線 1 6 が互いに離れているので、空間電荷効果も小さい。

#### 【 0 0 1 6 】

その一方で、マルチビーム 2 は、一回の走査で試料 1 0 を視野 1 5 の全面に亘って一様な密度で走査することができる。これにより、高スループットで画像形成ができ、検査時間の短縮を図ることができる。図 2 において、符号 2 が走査の始点にあるマルチビームを示すとする、符号 2 a は走査の終点にあるマルチビームを示す。

#### 【 0 0 1 7 】

試料 1 0 は試料台（図示せず）に載せられる。この台は、x 方向への走査時（例えば  $200\mu\text{m}$  幅で走査）に、走査方向 x に直交する方向 y に沿って連続移動せしめられる。これにより、ラスタ走査が行われる。試料を載せた台を移動させるための駆動装置（図示せず）が設けられる。

#### 【 0 0 1 8 】

走査時に試料 1 0 から発生し色々な方向に放出された二次電子は、対物レンズ 9 で光軸方向に加速され、その結果、各点から色々な方向に放出された二次電子はそれぞれが細く集束され、レンズ 8, 1 2, 1 3 で像の間隔が拡大される。これらのレンズ 8, 9, 1 2, 1 3 を含む二次光学系を経て形成された二次電子線 1 1 は、検出器 1 4 の受光面に投影され、視野の拡大像を結像させる。

#### 【 0 0 1 9 】

光光学系に含まれる検出器 1 4 は、MCP（マイクロチャンネルプレート）で二次電子線を増倍し、シンチレータで光信号に変換し、CCD 検出器で電気信号に変換する。CCD からの電気信号により、試料 1 0 の二次元画像を形成することができる。それぞれの一次電子線 1 6 は、CCD 画素の少なくとも 2 画素以上の寸法を有するものとする。

#### 【 0 0 2 0 】

電子銃 1 を空間電荷制限条件で動作させることにより、一次電子線 1 6 のショット雑音は、温度制限条件で動作させた場合より約 1 桁少なくすることができる。したがって、二次電子信号のショット雑音も 1 桁小さくできるので、S/N 比

の良い信号を得ることができる。

【 0 0 2 1 】

次に図 3 及び図 4 を参照して、上記実施形態で示した電子線装置により半導体デバイスを製造する方法の実施態様を説明する。

図 3 は、本発明による半導体デバイスの製造方法の一実施例を示すフローチャートである。この実施例の製造工程は以下の主工程を含んでいる。

(1) ウェーハを製造するウェーハ製造工程 (又はウェーハを準備するウェーハ準備工程) (ステップ 1 0 0)

(2) 露光に使用するマスクを製造するマスク製造工程 (又はマスクを準備するマスク準備工程) (ステップ 1 0 1)

(3) ウェーハに必要な加工処理を行うウェーハプロセッシング工程 (ステップ 1 0 2)

(4) ウェーハ上に形成されたチップを 1 個ずつ切り出し、動作可能にならしめるチップ組立工程 (ステップ 1 0 3)

(5) 組み立てられたチップを検査するチップ検査工程 (ステップ 1 0 4)

なお、上記のそれぞれの主工程は更に幾つかのサブ工程からなっている。

【 0 0 2 2 】

これらの主工程中の中で、半導体デバイスの性能に決定的な影響を及ぼすのが (3) のウェーハプロセッシング工程である。この工程では、設計された回路パターンをウェーハ上に順次積層し、メモリや M P U として動作するチップを多数形成する。このウェーハプロセッシング工程は以下の各工程を含んでいる。

(A) 絶縁層となる誘電体薄膜や配線部、或いは電極部を形成する金属薄膜等を形成する薄膜形成工程 (C V D やスパッタリング等を用いる)

(B) この薄膜層やウェーハ基板を酸化する酸化工程

(C) 薄膜層やウェーハ基板等を選択的に加工するためにマスク (レチクル) を用いてレジストパターンを形成するリソグラフィ工程

(D) レジストパターンに従って薄膜層や基板を加工するエッチング工程 (例えばドライエッチング技術を用いる)

(E) イオン・不純物注入拡散工程

(F) レジスト剥離工程

(G) 加工されたウェーハを検査する工程

なお、ウェーハプロセッシング工程は必要な層数だけ繰り返し行い、設計通り動作する半導体デバイスを製造する。

【 0 0 2 3 】

図4は、上記ウェーハプロセッシング工程の中核をなすリソグラフィー工程を示すフローチャートである。このリソグラフィー工程は以下の各工程を含む。

(a) 前段の工程で回路パターンが形成されたウェーハ上にレジストをコートするレジスト塗布工程 (ステップ 2 0 0)

(b) レジストを露光する工程 (ステップ 2 0 1)

(c) 露光されたレジストを現像してレジストのパターンを得る現像工程 (ステップ 2 0 2)

(d) 現像されたレジストパターンを安定化するためのアニール工程 (ステップ 2 0 3)

上記の半導体デバイス製造工程、ウェーハプロセッシング工程、リソグラフィー工程については、周知のものでありこれ以上の説明を要しないであろう。

【 0 0 2 4 】

上記 (G) の検査工程に本発明に係る欠陥検査方法、欠陥検査装置を用いると、微細なパターンを有する半導体デバイスでも、スループット良く検査できるので、全数検査が可能となり、製品の歩留まりの向上、欠陥製品の出荷防止が可能と成る。

【 0 0 2 5 】

以上が、本願発明の各実施形態であるが、本願発明は上記実施形態に限定されるものではない。

【 0 0 2 6 】

【発明の効果】

本発明の電子線装置によれば、試料に帯電を生じさせない一次電子線の電流密度限界値を、単一の円形ビームを使用した場合と同等に維持することにより S / N 比の低下を防止しつつ、高スループットで画像形成することにより検査時間を

短縮できる。

【 0 0 2 7 】

また本発明によるデバイス製造方法は、かかる電子線装置を用いて各ウェーハプロセスの終了後にウェーハの評価を行うことによって、歩留まり向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一つの実施形態による電子線装置の概略図である。

【図 2】 複数の一次電子線で試料を走査する態様を示す概略平面図である。

【図 3】 半導体デバイスの製造方法の一実施例を示すフローチャートである。

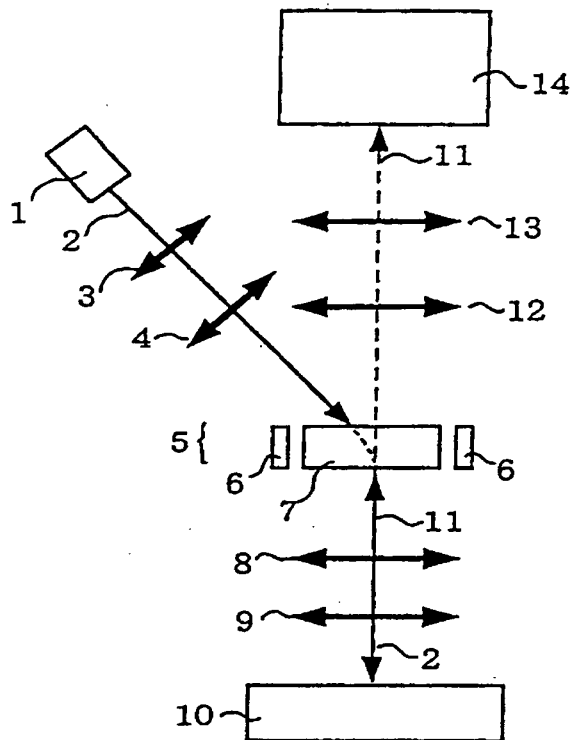
【図 4】 図 3 の半導体デバイスの製造方法のうちリソグラフィ工程を示すフローチャートである。

【符号の説明】

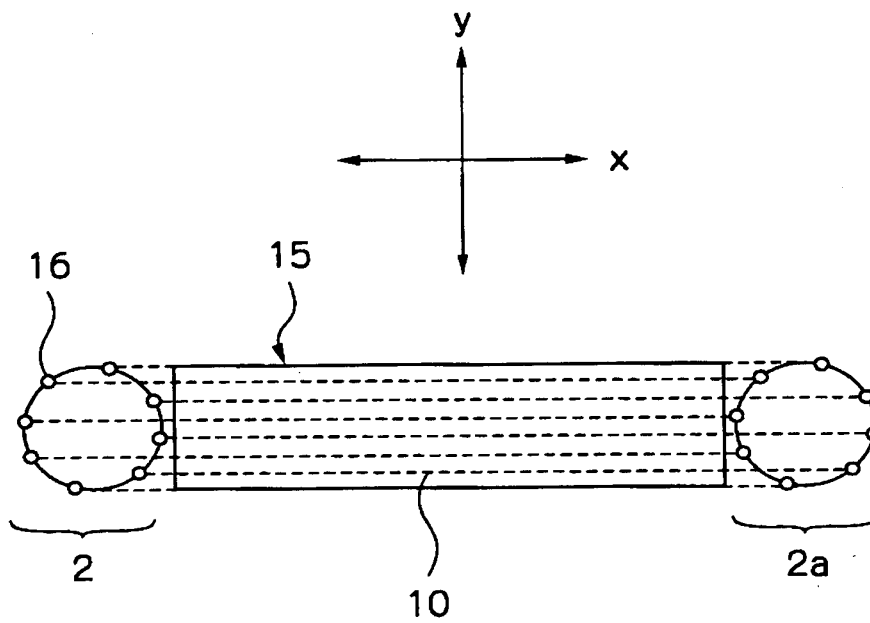
1 電子銃、2 マルチビーム、3, 4 レンズ、5 E×B分離器、6 電極、7 磁石、8 レンズ、9 対物レンズ、10 試料、11 二次電子線、12, 13 レンズ、14 検出器、15 視野、16 一次電子線。

【書類名】 図面

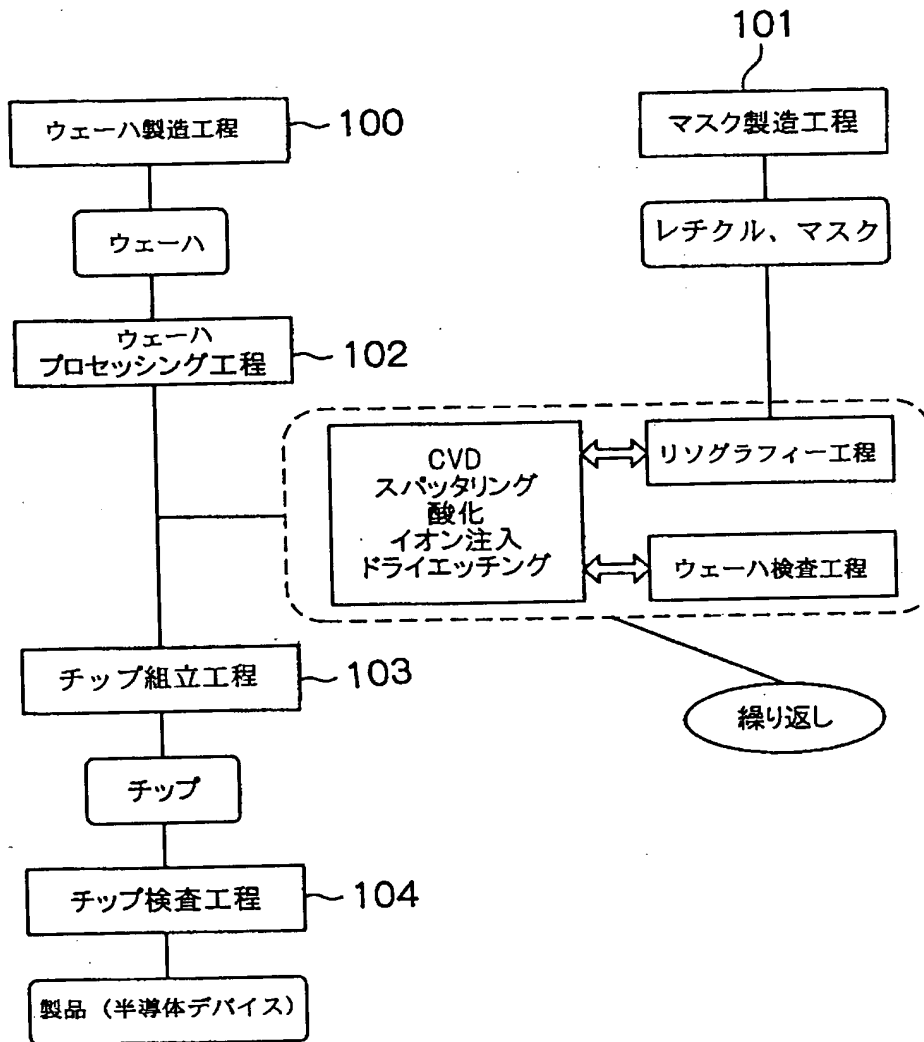
【図 1】



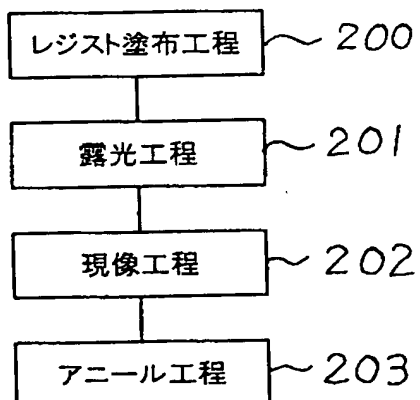
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 試料に帯電を生じさせず、しかも検査時間を短縮できる電子線装置を提供する。

【解決手段】 一次光学系では、複数の一次電子線 1 6 を形成して試料面 1 0 上に集束させ、その複数の一次電子線 1 6 で試料面上を走査する。二次光学系では、走査位置から放出された二次電子を加速し且つ集束して形成される二次電子線を受光面に投影する。受光面へ入射する二次電子線は増倍され、光信号に変換され、CCDまたはTDIで画像形成が行われる。複数の一次電子線 1 6 は、互いに離れて配置されており、且つ、走査方向 x に直交する軸 y 上に投影したときに互いに隣接する一次電子線 1 6 間の距離が等間隔となるようになされている。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

- |          |                  |
|----------|------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月22日      |
| [変更理由]   | 新規登録             |
| 住 所      | 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 |
| 氏 名      | 株式会社東芝           |
|          |                  |
| 2. 変更年月日 | 2001年 7月 2日      |
| [変更理由]   | 住所変更             |
| 住 所      | 東京都港区芝浦一丁目1番1号   |
| 氏 名      | 株式会社東芝           |



特2001-162041

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000239]

1. 変更年月日 1990年 8月31日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号  
氏 名 株式会社荏原製作所